

Раздел 3. МЕТАЛЛУРГИЯ МАГНИЯ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

УДК 669.721/725

Модернизация электролизеров в цехе металлургии магния АВИСМА

В.А.Сергеев, А.Г.Калмыков, Н.Н.Агалакова
АВИСМА филиал ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»,
Пермский край, г.Березники

Анализ себестоимости магния показывает, что из основных ее составляющих могут быть существенно уменьшены только расход электроэнергии и стоимость электролизера. Расход электроэнергии постоянного тока на электролиз магния пропорционален напряжению между электродами и обратно пропорционален выходу магния по току. Поэтому основным направлением исследовательских работ определено создание высокопроизводительного электролизера с уменьшенным межэлектродным расстоянием и увеличенным сроком службы электролизера со снижением расхода графита, работающего с высоким выходом магния по току вместо электролизеров БЭРВ, используемых с 1978 г. Стоимость анодов превышает треть стоимости электролизера.

В 2003 г. опытным цехом АВИСМА совместно с ВАМИ проведены испытания опытной ячейки с графитовым катодом. Ячейка позволяла менять расстояние между анодом и катодом в пределах от 20 до 100 мм. При продолжительных испытаниях при проведении низкотемпературного электролиза при МЭР 20 мм выход магния по току получен в пределах от 78 до 90 %. В ходе испытаний ячейки проводился постоянный контроль электрических параметров, которые показывали, что дальнейшее уменьшение МЭР менее 20 мм не дает заметного снижения падения напряжения между электродами из-за непропорционального роста газонаполнения электролита в

зазоре между анодом и катодом. Используя результаты измерения напряжения между электродами в зависимости от МЭР при разных катодных плотностях тока составлена методика расчетов проектируемых электролизеров для любого МЭР в пределах от 20 до 70 мм.

По результатам испытаний ячейки были спроектированы ВАМИ электролизеры с малым МЭР с трапецивидными катодами. По низу катода МЭР составляло 20 мм, по верху -30 мм (со средним МЭР-25 мм) на силу тока 170 мм и на силу тока 230 кА с водяным охлаждением анодов со средним МЭР 56 мм. Во время испытаний этих электролизеров определялась оптимальная технология обслуживания и усовершенствовалась конструкция электролизера, что позволило получить выход магния по току более 85 % за весь срок службы электролизера.

Уменьшение расстояния между анодом и катодом с 65 мм до 25 мм снижает падение напряжения между электродами на 0,2-0,24 мВ и позволяет проводить электролиз магния на опытных электролизерах со средним расходом электроэнергии 11,5-12,5 кВт·ч/кгMg вместо 14-15 кВт·ч/кгMg.

Промышленное внедрение электролизеров ММЭР снизит себестоимость более чем на 4 % только за счет уменьшения расхода электроэнергии (рис.1). В итоге электролизеры с малым МЭР по всем технологическим параметрам превзойдут электролизеры БЭРВ с МЭР=65 мм.



Рис.1

Изменение технологии пуска и оптимизация технология обслуживания электролизеров с малым МЭР позволило снизить пусковой период работы электролизера с 4-6 месяцев до 0,5-1 месяца, за счет этого средний выход магния по току за весь срок службы увеличился более чем на 0,6 %.

При каждой откачке ШЭС выход магния по току снижается на 10-15 %, а при выборе твердого шлама снижение происходит еще больше – на 20-22 %. Неоднократные опыты с увеличением периода между откачками ШЭС из однорядных электролизеров от 10 суток до 43 суток к снижению выхода магния по току не приводили. Откачка ШЭС 2 раза в месяц вместо 4 раз (электролизеры БЭРВ) или 2 раза в неделю (электролизеры Э-230 СВО по технологии ВАМИ) и совмещение с выбором твердого шлама дало увеличение среднего значения выхода магния по току соответственно на 0,45 % и 0,9 % при снижении трудозатрат и потерь сырья.

С 2002 г проводятся испытания электролизеров в герметичном режиме с минимальным отсосом сантехнических газов (СТО) из сборной ячейки промышленных электролизеров путем плотного укрытия. При этом опробованы разные варианты укрытий. В конечном виде используются бетонные укрытия с одним лючком для обслуживания. В результате практического отсутствия теплопотерь с газами СТО удельный расход электроэнергии снижается на 0,4 кВт/тMg.

При обслуживании опытных электролизеров в герметичном режиме откачку ШЭС и выбор твердого шлама совмещали и производили один раз в месяц, при этом среднемесячный выход магния по току только увеличивался. Герметичный режим позволяет существенно снизить трудозатраты по обслуживанию электролизера (табл.1). Выбор магния производит один рабочий вакуум-ковшом без физического усилия по подманиванию магния к заборной трубе ковша. Для отсоса газов СТО используется только одна труба вместо двух.

Таблица 1

Снижение трудозатрат	Существующий Э-230 СВО	Герметичный Э- 230 СВО
Выбор магния	1	0,25
Заливка $MgCl_2$	1	1
Откачка ШЭС	1	0,5
Обслуживание СТО	1	0,5
Итого		0,60

В табл.2 представлены сравнительные характеристики электролизеров с малым МЭР относительно существующих электролизеров БЭРВ и Э-230 СВО. Экономический эффект от внедрения электролизеров с малым МЭР рассчитан по сравнению с Э-230 СВО. Электролизеры с малым МЭР имеют меньшее количество анодов и катодов, поэтому при равной силе тока катодная плотность тока на 11-12 % больше, что дает увеличение выхода магния по току.

Сравнение Э-230 СВО с перспективными вариантами

Таблица 2

	Сущест- вующий БЭРВ	Сущест- вующий Э-230 СВО	Э- 230 СВО ММЭР	Герме- тичный Э- 230 СВО ММЭР
Сила тока серии	170	235	235	235
Срок службы, мес.	25-30	36	36	36
Выход магния по току, %	78%	82%	84%	85%
Производительность, т/год	534	766	785	794
Экономия на росте выпуска Mg, тыс. р			387 257	580 886
Экономия на росте выпуска Cl₂, тыс. р			168 723	253 085
Расход э/энергии, кВт·ч/кг Mg	14,5	14,5	13,1	13,0
Экономия на э/энергии, р.			2 073 687	2 338 300
срок службы анодов	25-30	36	36	36
Расход графита, кг/т Mg	0,016	0,008	0,006	0,006
Экономия на графите, р.		-	121 409	129 158
потери хлора с СТО, т/т Mg	200	50	50	50

Продолжение табл.2				
Расход соли, кг/т Mg	59	20,4	19,9	9,0
Экономия на соли, р			1 081	25 605
Расход CaF_2 , кг/т	2,0	1,02	1,00	0,45
Экономия на CaF_2 , р.			221	5 225
Откачка ШЭС, кг/т Mg	313	109	98	48
Экономия на электролите, р.			18 347	102 911
Итого внедрение ММЭР за год экономии, р.			2 770 725	3 435 169
Итого внедрение по сравнению с Э-230 СВО за срок службы с учетом стоимости капремонта, млн. р:			10,60	12,59

УДК 669.721/725

Избирательность жидкометаллических электродов в расплавах хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов

В.И.Журавлев, А.В.Волкович

Новомосковский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева»,
г. Новомосковск

Электрохимическое получение сплавов щелочноземельных металлов (ЩЗМ-Ме:Ca,Sr,Ba) из расплавов хлоридов щелочных металлов (М-Na,K) и MeCl_2 возможно с применением жидкометаллических катодов. В качестве расплавов целесообразно использовать солевые системы $(\text{K-Na})\text{Cl}_{\text{экв}}-26$ мол.% MeCl_2 , плавкие выше $T=923-933$ К [1]. Совокупности требований, предъявляемым к металлам жидких катодов отвечают легкоплавкие электроположительные металлы (ЛЭПМ) II-V групп Периодической системы элементов: Ml-Zn , Cd , Al , Ga , In , Sn , Pb , Sb , Bi . Во всех бинарных системах Ме-